

Las controversias sociocientíficas: temáticas e importancia para la educación científica

Naira Díaz Moreno¹, María Rut Jiménez-Liso²

Departamento Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales de la Universidad de Almería, España.

¹nairadia@al.es, ²rut.jimenezliso@ual.es

[Recibido en mayo de 2011, aceptado en septiembre de 2011]

Las controversias socio-científicas surgen y nos rodean en los temas más actuales y emergentes de nuestra sociedad: transgénicos, homeopatía, impacto de las telefonías, etc. Por eso creemos importante exponer en qué consiste una controversia socio-científica, estudiar la relación entre las temáticas de controversias que aparecen en prensa y en la literatura didáctica así como si es posible el uso de estas controversias en el contexto escolar. La imagen consensuada con la que suelen aparecer las noticias científicas en los medios de comunicación va a dificultar su utilización en el aula. Del análisis documental de la literatura didáctica, hemos podido seleccionar actividades que utilizan controversias y que pueden ser usadas como modelo para utilizar las controversias en el aula de ciencias y desarrollar distintas finalidades en el alumnado: alfabetización científica, pensamiento crítico, fomento de la cultura científica, etc.

Palabras clave: Controversias Socio-científicas; Didáctica de las Ciencias Experimentales; Propuestas didácticas.

Socioscientific issues: topics and importance to the scientific education

Socioscientific debates arise and become widespread concerning the most popular and innovative issues in our society: transgenics, homeopathy, the impact of mobile phone network and so on. For this reason we believe it is important to analyse the meaning of these debates and the relationship between information processing in newspapers and teaching literature and to determine their possible use in a school context. The common image of scientific news that tends to appear in the media hampers its use in the classroom. On analysing didactic literature, we have selected activities that can be used as a model to plan debates in the science classroom with the objective of developing a series of capacities in students related to scientific literacy, critical thinking and the promotion of a scientific culture.

Keywords: Socioscientific Issues; Science Education; Pedagogical Proposals.

Introducción

Las controversias socio-científicas son un recurso recurrente tanto en la investigación didáctica y en las clases de ciencias como en la divulgación científica (Jiménez-Liso et. al, 2010). Las diferentes opiniones sobre dilemas sociales que surgen y que están relacionadas con la ciencia se convierten en un punto de partida y en un motor de aprendizaje como lo pueden ser las concepciones alternativas y los conflictos cognitivos. En el presente trabajo, queremos mostrar el análisis de una revisión bibliográfica sobre las controversias socio-científicas publicadas en las revistas relacionadas con Didáctica de las Ciencias Experimentales (DCE).

La revisión obtenida la hemos organizado en primer lugar, en función de los diferentes análisis que realizan los autores sobre las noticias científicas publicadas en los medios de comunicación con el objeto de mostrar si serían convenientes para su uso en el aula de ciencias como instrumento para alfabetizar científicamente al alumnado. Como veremos, la mayoría de los autores coinciden en que el tratamiento suele ser de consenso en las noticias científicas con lo que la escasa presencia de temas conflictivos en prensa va a dificultar la introducción de las controversias en el aula de ciencias.

A continuación hemos extraído las temáticas de las controversias que los investigadores en DCE utilizan para sus investigaciones o implementaciones en el aula para ver la posible aplicación e incidencia de las controversias utilizadas sobre los contenidos curriculares y compararlas con las frecuencias de las controversias en los medios de comunicación.

Por último, hemos agrupado las propuestas didácticas descritas por los investigadores de uso de las controversias para que pueda servir de modelo a quienes se aproximen a las controversias socio-científicas desde el aula.

Fundamentación

Para analizar las controversias socio-científicas es fundamental dejar claro qué entendemos por controversia socio-científica. Como sabemos el conocimiento científico se ha convertido en una necesidad para el ciudadano del siglo XXI por la presencia en su entorno próximo y por los riesgos y dilemas que cada vez más se le plantean a los ciudadanos, por lo que *la alfabetización científica se convierte en una necesidad para el disfrute del desarrollo de la ciencia y la tecnología y para la participación en debates públicos* (Martínez-Losada, 2010).

Asumimos como problemas o cuestiones socio-científicas aquellas disyuntivas sociales que surgen y que están relacionadas con la ciencia, debido a la compleja relación que existe entre ciencia y sociedad. Si solamente pertenecieran al campo de lo social no serían controversias socio-científicas. Aparece la controversia cuando existe diferencia de opiniones relacionadas con estos asuntos, normalmente entre periodistas, ciudadanos y científicos.

Según Jiménez Aleixandre (2010) son *dilemas o controversias sociales que tienen en su base nociones científicas* pero que además se relacionan con otros campos: sociales, éticos, políticos y ambientales.

De manera más general, entendemos por controversia socio-científica un asunto de opinión científico y/o tecnológico en el cual existe discrepancia entre los diversos actores y fuerzas sociales que participan en el proceso (investigadores, científicos, opinión pública, administración, empresas privadas que financian los estudios), ya sea por desacuerdo, discusión o debate. Así pues, y en contraposición a la controversia situamos el consenso y hablamos de consenso socio-científico cuando existe un acuerdo entre las distintas partes al respecto de un asunto de opinión científico y/o tecnológico.

Marco-Stiefel (2003) estudia estos temas científicos emergentes que conforman las fronteras científicas donde tienen lugar los debates socio-éticos que afectan a la ciudadanía (controversia socio-científica) y señala que es importante ver dónde se encuentran estas fronteras científicas puesto que son las que marcarán los criterios de alfabetización científica y tecnológica necesarios para la formación de futuros ciudadanos. En estudios posteriores Marco-Stiefel e Ibañez (2006) destacan el gran impacto social que ejercen los nuevos conocimientos científicos y a la velocidad que lo hacen, dejando rápidamente obsoletos los conocimientos de la enseñanza formal. Las investigaciones sobre células madre, nanotecnología, etc. que conforman las nuevas fronteras científicas nos hacen plantear dudas acerca de la persona humana, nuestro origen y evolución. Es necesario pues mantener en contacto la ciudadanía con las nuevas fronteras de la ciencia siendo Internet una herramienta muy útil para ello.

Jarman y McClune (2007) inciden en que los hechos, por sí solos, no son noticiables sino que éstos se convierten en noticia cuando son elegidos para aparecer en un medio de comunicación (prensa, televisión, radio, internet) y, para ello, deben de cumplir una serie de criterios de “selección de noticias”. Estos criterios son los que estos autores denominan como “los valores de la noticia” y, precisamente estos valores los convierte en imprescindibles para

el aula de ciencias. Entre estos valores de la noticia, destacan el conflicto/controversia pues, indican que, la existencia de desacuerdo aumenta el carácter noticiable de una noticia pues añaden dramatismo al hecho relatado, además de emociones fuertes como miedo y suspense. Además, existe la posibilidad real de discutir acerca de temas socio-científicos no sólo en los medios de comunicación “tradicionales” como también en sitios web y blogs que actualmente están adquiriendo una importante función en este proceso.

Como señala Marbá (2010) para poder reconocer una controversia socio-científica en una noticia de prensa es necesario desarrollar previamente una lectura crítica. En las noticias nos encontramos con la “ciencia en construcción” (*science in the making*) y, por tanto, van a aparecer distintos puntos de vista, argumentos que hacen que se originen las controversias. Para poder juzgar la información que estas noticias nos aportan necesitamos desarrollar previamente una serie de habilidades y tomar una posición crítica con respecto al texto. Coincidimos con esta autora en que si logramos que nuestro alumnado desarrolle una capacidad reflexiva conseguiremos un alumnado alfabetizado científicamente¹.

Nos cuestionamos ahora si las noticias científicas pueden servir para plantear en el aula diferentes puntos de vista sobre estos temas científicos frontera y sus repercusiones sociales o, por el contrario, suelen manifestar una visión distorsionada de los avances de la ciencia y sus controversias.

Este trabajo tiene como antecedente el trabajo de análisis de la ciencia en la prensa almeriense de Lapetina (2005), quien de la aplicación del protocolo de contenido (adaptado de Dimopoulos y Koulaidis, 2002), obtuvo como resultado que la naturaleza de la interacción entre científicos durante el proceso de producción de conocimiento es *mayoritariamente consensuada* para los dos diarios que analizó (la Voz de Almería y el diario Ideal-edición Almería): sólo en un 19% para La Voz y 45% para Ideal la controversia aparece explícitamente en las noticias. Por tanto, destaca el consenso generalizado en las noticias científicas al omitirse la controversia en la mayoría de los artículos científicos utilizados en el estudio.

Este hecho ya ha sido descrito en estudios previos, Einsiedel (1987, citado en Lapetina, 2005) encontró que en la prensa canadiense un 45% de las noticias científicas eran expuestas en un tono positivo.

Lapetina (2005) confirmó también estos resultados al analizar las imágenes deformadas de la ciencia que aparecen en la prensa, en concreto, si la visión aproblemática y ahistórica de la ciencia aparecía explícitamente, por omisión o era combatida en los periódicos analizados. Obtuvo como resultado que en la prensa almeriense se combate esta imagen (en un 76% el Ideal y un 58% la Voz), haciendo referencia a las dificultades y barreras que limitan las investigaciones, pero la mayor parte de las ocasiones esto se hace desde el punto de vista de factores relativos a metodología sin mencionar los posibles desacuerdos o confrontaciones que existen muchas veces entre el colectivo investigador.

Resultados similares obtuvieron Dimopoulos y Koulaidis (2002) al analizar el contenido de 1867 artículos de ciencia y tecnología en cuatro periódicos griegos en un período seleccionado debido a su riqueza en acontecimientos tecno-científicos que tenían una intensa cobertura en prensa internacional: reproducción de la oveja Dolly, Protocolo de Kyoto, enfermedad de las “vacas locas”, etc.

Los artículos seleccionados fueron sujetos a un análisis de cobertura y contenido en el que se incluía un ítem sobre los procedimientos internos sociológicos, en concreto, sobre el tipo de interacción social entre científicos durante el proceso de investigación (consenso,

¹Las actividades concretas para desarrollar este objetivo educativo, se describirán en el apartado 4 de este artículo.

controversia). Tras la aplicación del protocolo obtienen que el 79,7% de los artículos no indica ningún tipo de interacción social entre los miembros de la comunidad científico-técnica. Del 20,3 % que sí que indican negociación el 16,4% corresponde a artículos científicos de naturaleza consensuada y el 3,9% de naturaleza polémica o controversia. Por tanto, en general, aunque la prensa griega no arroja muchos datos referentes a los mecanismos internos relacionados con la prensa y la tecnología, sí se pone de manifiesto la escasez de artículos controvertidos.

Pedrés y Martínez (2000) y Pedrés, Martínez y Varo (2007) plantean otra mirada a la presencia de controversias en la comunicación científica a través de la presencia/ausencia de cartas al director en revistas de divulgación científica pues podría ser un indicador de los conflictos que surgen dentro de las comunidades científicas. Con esta finalidad, analizan revistas editadas en España de divulgación científica y tecnológica y divulgación, cultura e investigación, en los años 1997 y 2000.

En el estudio realizado en 1997, Pedrés y Martínez (2000) muestran la ausencia casi total de la sección cartas al editor mientras que en el estudio de las revistas editadas en el 2000 (Pedrés, Martínez y Varo, 2007) las cartas al editor aparecen en un 25% de las 125 revistas analizadas. A pesar de esta tímida presencia, en esta sección parece que se quiere evitar la presencia de temas conflictivos en las revistas que pueda dar lugar a pensar en la existencia de confrontaciones entre investigadores. Como señalan estos autores, la neutralidad de la ciencia es defendida no sólo por investigadores y prensa sino también por el resto de actores que influyen en ella como políticos, instituciones, etc.

Pedrés, Martínez y Varo (2007) señalan que el objetivo de esa sección en las revistas debería ser contrastar la información que éstas ofrecen y las publicaciones al editor recogen la información de otros colegas de la cual dependerá el éxito o el fracaso del trabajo publicado, interactuando así distintos investigadores. La finalidad por tanto de esas cartas sería que exista una comunicación entre investigadores que aportan argumentos, réplicas, contrarréplicas creándose así una controversia o por el contrario, que exista una actitud consensuada frente a un tema concreto.

Algunas de las razones que sugieren Pedrés, Martínez y Varo (2007) por las que no se incluye la sección *cartas al editor* en muchas revistas son la falta de educación científica y la ausencia de debate científico entre la población: la actual consideración social de que la ciencia no forma parte de la cultura general, la poca comunicación entre los científicos españoles y el público que, ante la necesidad de obtener fondos para sus publicaciones, los publican en revistas de impacto y no en medios más próximos y cercanos, la responsabilidad de los editores muchas veces limitada por instituciones o empresas que publicitan dentro de las revistas o bien, por último, porque los lectores no contribuyen a este diálogo y no escriben a las revistas. Aunque, en contadas ocasiones, este diálogo provoque correcciones por parte de las revistas o la prensa, como sucedió en el caso del gráfico del incendio del Edificio Windsor en Madrid utilizado por El País (Serrano, 2005) y reclamado por Campanario (2005).

La ausencia de controversias en relación a la problemática ambiental es un hecho según se pone de manifiesto del estudio que Vélchez (2005) realiza en distintos medios de comunicación. En primera instancia, podemos pensar que éste fuera un tema de controversia socio-científica por su carácter interdisciplinar, sin embargo, Vélchez (2009) al analizar la presencia y el tratamiento de estos temas en los medios de comunicación concluye que no recibe un tratamiento como tal en los medios. Son minoría las noticias que explican las *causas* de los problemas ambientales mientras que son mayoritarias las noticias que presentan *medidas* (63% en 2005 y 61% en 2006) ya sean preventivas o correctoras, y dentro de éstas prevalecen las preventivas frente a las correctoras (63% frente al 37% en 2005 y 68% frente al 32% en

2006). Es decir, es mayor el número de noticias que aporta medidas al problema medio ambiental que las noticias que relatan consecuencias y, a su vez, es mayor a las noticias que tratan las causas del problema ambiental (medidas>consecuencias>causas).

Con respecto a la tipología, el instrumento de análisis utilizado por Vélchez (2005) nos permite separar las noticias en función del grado de relación de la noticia con el problema ambiental. Este autor obtuvo que muy pocas noticias (menos de un 10%) reúnen los requisitos exigidos para considerarlas como altamente relacionadas con el problema ambiental. A mayor relación entre temática y noticia mayor presencia de la variable *causa* en el contenido de la noticia con respecto a consecuencias y medidas y más general es el ámbito de la noticia.

Por último, Vélchez (2009) señala que las noticias cuya relación de la noticia con el problema ambiental es media son las que aparecen con mayor frecuencia, siguiendo la tendencia que presenta algunos medios de comunicación, como la prensa escrita, de guardar una posición neutral con respecto a los problemas socio-científicos.

A modo de conclusión de esta sección podemos destacar que prevalece el consenso sobre la controversia en la prensa científica lo que dificultaría su inclusión en el aula de ciencias como motor de la alfabetización científica. En el punto 5 analizaremos las principales temáticas de las controversias planteadas en los medios de comunicación agrupándolas para favorecer la conexión con los contenidos curriculares, por último, en el punto 6 revisaremos las aplicaciones didácticas que plantean los diferentes autores para el aula, como resultado de nuestra búsqueda bibliográfica.

Objetivos del artículo

Este trabajo tiene como principal objetivo, exponer los resultados de una revisión bibliográfica del tópico *controversias socio-científicas* en la literatura didáctica, que ya hemos adelantado en la introducción, centrándonos en estudiar qué controversias socio-científicas aparecen en la prensa y qué tratamiento se le conceden en distintos países y medios de comunicación.

En segundo lugar, compararemos las temáticas más frecuentes en la prensa y las utilizadas en las propuestas didácticas planteadas por los investigadores, para analizar si existe una correlación entre ambas o, por el contrario, en la prensa se le concede más “espacio” (y, por tanto importancia) a unas controversias que no pueden ser llevadas al aula, o en las propuestas didácticas unas cobran mayor significado que aquellas más frecuentes en los medios de comunicación.

Por último, con el objeto de evitar la implantación ingenua de las controversias socio-científicas en el aula de ciencias, analizaremos las finalidades que plantean los autores de las propuestas didácticas analizadas y mostraremos una visión general de los usos de las controversias socio-científicas que se proponen, a través de las secuencias de actividades que proponen para las clases de ciencias.

Metodología del análisis documental

La revisión bibliográfica ha estado centrada en la búsqueda de temáticas relacionadas con las controversias socio-científicas, en concreto en la revisión de las revistas del ámbito iberoamericano *Alambique*, *Enseñanza de las Ciencias*, *Eureka* y *Revista Electrónica de la Enseñanza de las Ciencias* y del anglosajón, *Public Understanding of Science Education*, *International Journal of Science Education*, *Research in Science Education*, *Science Education* y *Journal of Research in Science Teaching* en los números y fechas que mostramos en la tabla 1.

REVISTA	DESDE	HASTA	TOTAL ejemplares
ALAMBIQUE	Nº 1 (1994)	Nº 66 (2010)	66
ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS	Vol. 1 Nº1 (1983)	Vol. 28. Nº 2 (2010)	102 19 (nº extra)
EUREKA	Vol. 1 Nº1 (2004)	Vol. 7 Nº 3 (Septiembre 2010)	22 1 (nº extra)
REVISTA ELECTRÓNICA DE ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS	Vol. 1 Nº 1 (2002)	Vol. 9 Nº 3 (2010)	27
PUBLIC UNDERSTANDING OF SCIENCE	Vol. 1 Nº1 (1992)	Vol. 19 Nº 6 (Noviembre de 2010)	80
INTERNATIONAL JOURNAL OF SCIENCE EDUCATION	Vol. 27 Nº 1 (2005)	Vol. 32 Nº 18 (2010)	96
SCIENCE EDUCATION	Vol. 89 Nº1 (Enero de 2005)	Vol. 94 Nº 6 (Noviembre de 2010)	36
JOURNAL OF RESEARCH IN SCIENCE TEACHING	Vol. 42 Nº 1 (Enero de 2005)	Vol. 47 Nº 10 (Diciembre de 2010)	60
RESEARCH IN SCIENCE EDUCATION	Vol. 35 nº 1 (Marzo de 2005)	Vol. 40 nº 5 (Noviembre de 2010)	27

Tabla 1. Ejemplares de revistas analizados.

En primer lugar se seleccionaron los artículos utilizando las palabras clave prensa, medios de comunicación y ciencia. Entre los resultados de esta primera selección se seleccionaron los artículos relacionados con la controversia socio-científica.

Por otro lado se han realizado consultas en la base de datos ERIC, encontrándose 78 resultados. Para encontrar la información hemos utilizado como palabras clave tópicos referidos en la tabla 3 (nanotechnology, biology, environment, climate change...) además de socioscientific, controversy y science education. En esta búsqueda hemos obtenido 78 artículos que guardaban relación directa con los tópicos utilizados.

REVISTAS											
AL ¹	ECC	EU	REES	PUS	IJSE	SE	JRST	RISE	O	ERIC	TOTAL
4	2	5	7	51	24	15	4	7	23	78	220

Tabla 2. Resultados de la selección de artículos sobre controversias sociocientíficas².

En la tabla 2 mostramos el resultado de esta búsqueda por revistas obteniendo un amplio resultado (220 artículos). Esta selección nos permite analizar, en el siguiente apartado, qué se entiende por controversia socio-científica en la literatura didáctica consultada.

Comparación de temáticas planteadas en los medios de comunicación y las propuestas por los investigadores para su aplicación en el aula

En este apartado, vamos a categorizar y contabilizar los artículos encontrados en la revisión bibliográfica agrupándolos por las temáticas sobre las que versen, para facilitar la conexión con los contenidos curriculares de los diferentes niveles educativos.

²AL = Alambique; ECC = Enseñanza de Las Ciencias; EU = Eureka; REES = Revista Electrónica Enseñanza de las Ciencias; PUS = Public Understanding of Science; IJSE = International Journal of Science Education; SE= Science Education; JRST= Journal Of Research In Science Teaching; RISE = Research in Science Education; O = Otros incluye las revistas Bulletin of Science, Technology & Society, Simulation & Gaming, Online Submission, US-China Education Review, Science Education Review, McGill Journal of Education, Science Teacher, American Biology Teacher, Journal of Geological Education, Ohio Journal of Science, School Science Review, Journal of Biological Education, BioScience, Science, Physics Today, Science and Education

Según Millar y Hunt (2006), dentro de las controversias que se plantean en los medios de comunicación, y más concretamente en la prensa escrita, predominan los temas relacionados con la salud, tanto temas médicos como transmisión de enfermedades, seguidos de los temas relacionados con el medio ambiente. Les sigue con una menor presencia los relacionados con la exploración espacial y la astronomía. En este apartado queremos comprobar si estas frecuencias también se repiten en los artículos publicados en la literatura didáctica como cabría esperar.

Lapetina (2005) en su análisis de noticias almerienses en los diarios La Voz de Almería e Ideal entre los años 2000 al 2004 encontró que las noticias relacionadas con los aspectos biosanitarios constituyen un 42% del total de noticias de los dos periódicos seguidas de las noticias relacionadas con las Ciencias Agrarias (22%) y, en tercer lugar las relacionadas con el Medio Ambiente (10%), resultado que era esperable debido a la importante actividad horticultora en la provincia de Almería.

Por otra parte, Dimopoulos y Koulaidis (2002) sitúan como temas más relevantes en prensa aquellos relacionados con tecnología de la información, seguidos de los relacionados con electrónica, degradación ambiental y sus riesgos, y por último los avances de biología molecular e ingeniería genética.

Ahora bien, parece lógico que si, en general y partir de estos años, los artículos y noticias de prensa más habituales son salud y medioambiente, la bibliografía didáctica use mayoritariamente esas controversias para su análisis y aplicación en el aula.

En la tabla 3, hemos agrupado los 220 artículos seleccionados de nuestra búsqueda de la literatura didáctica (tabla 1) agrupándolas por controversias: las relacionadas con el tema de la Salud, las relacionadas con el tema de la Biotecnología, Medio Ambiente, Astronomía, Biología y por último, Nanotecnología.

Como ya hemos visto en la tabla 1, la revisión bibliográfica abarca un período de tiempo bastante amplio, en el caso de Enseñanza de las Ciencias nos remontamos a su primer número en 1983, y sin embargo en las revistas del ámbito anglo-sajón hemos limitado la búsqueda de controversias socio-científicas a partir del año 2005 hasta finales del 2010. Esto es debido a que si bien queríamos estudiar las controversias que aparecían en los medios de comunicación también queríamos ver qué controversias se iban incorporando a lo largo de los años.

En general, la gran mayoría de los artículos relacionados con controversias socio-científicas han sido encontrados a lo largo de los años 2005-2010 (con la excepción solamente de 2 artículos en el años 1992 y 2003 relacionados con la capa de ozono y con la astronomía).

Dentro de las controversias relacionadas con la salud hemos destacado las relacionadas con el tema del SIDA y del agua. Aunque el descubrimiento del SIDA tuvo lugar en 1981 los artículos que hemos encontrado pertenecen al período 2005-2010, mientras que relacionados con el tema del agua son del año 2006 (relacionado con los biosólidos) y del 2009 (acerca de tratamientos potabilizadores de agua).

Es de destacar el caso de la Biotecnología que agrupa varias subcategorías, algunas de ellas llevan en el candelero más tiempo (clonación e ingeniería genética) y otras son más recientes (modificación genética, uso de células madre). Recordemos que la clonación de la oveja Dolly tuvo lugar en el 2003, los artículos relacionados con esta controversia aparecen a lo largo del período 2003-2009. En el caso de la modificación genética (de alimentos, embriones, cultivos) encontramos nuestro primer artículo en el 2006 y el más reciente en el 2010. Los artículos relacionados con el uso de células madre abarcan el período 2008-2010.

La aparición de controversias relacionadas con el medio ambiente es muy reciente y la mayoría de los artículos encontrados son del período 2007-2010, a excepción de uno en el año 2003. El caso concreto del cambio climático, representado en la tabla, aparece en los años 2009 y 2010.

Dentro de la categoría de Astronomía solo hemos encontrado un artículo y no es de los más recientes, puesto que pertenece al año 1994, mientras que en los casos de Biología y Nanotecnología los artículos encontrados son bastantes recientes siendo la mayoría de los años 2009 y 2010. En el caso de la Nanotecnología era de esperar puesto que es una disciplina muy reciente pero sería objeto de otro estudio porque en una disciplina como la biología sólo hemos encontrado artículos relacionados con controversias en años tan recientes.

CONTROVERSIAS	REVISTAS												
	AL ³	ECC	EU	REES	PUS	IJSE	SE	JRST	RISE	O	ERIC		TOT AL
SALUD	3	1	1	1	6	2	1		4	2	9		30
• SIDA		1	1	1		1			1		4		9
• Agua (contaminación, potabilización)									1		3		4
BIOTECNOLOGÍA	3		3	4	25	17	8	4	1	6	25		96
• Clonación	1		1		5	2	3			3	3		18
MEDIO AMBIENTE	4	3	3	3	14	7	6	1	1	12	17		71
• Cambioclímático	1				11	5	2		1	5	10		35
ASTRONOMÍA							1				3		4
BIOLOGÍA					1					3	16		20
• Evolución. Tª Darwin					1						11		12
NANOTECNOLOGÍA	1				8	1				2	8		20
TOTAL	4 ⁴	2	5	7	51	24	15	4	7	23	78		220

Tabla 3. Resumen de las controversias socio-científicas agrupadas por categorías^{3 4}

La categoría con mayor frecuencia (96), correspondiente al 43,6% del total de los artículos, versan sobre controversias relacionadas con la biotecnología. A continuación se encuentran los artículos relacionados con las controversias medioambientales (32,3%) y, en tercera posición, las controversias relacionadas con la salud (13,6%). También aparecen artículos relacionados con otras temáticas como la astronomía (1,8%) o nanotecnología (9,1%) con frecuencias menores que las tres categorías señaladas anteriormente.

Este resultado parece mostrar la predilección de los autores por temáticas que guarden relación con los contenidos científicos escolares.

Como se puede observar en los resultados de la tabla 3, las frecuencias de los artículos de prensa (Millar y Hunt, 2006, Jiménez-Liso et al, 2010) no coinciden con la frecuencia de temáticas sobre las que versan los artículos analizados de la literatura didáctica, donde biotecnología (genética y clonación) aparecen como la categoría con mayor número de artículos (96) seguida por las controversias medioambientales mientras que salud y transmisión de enfermedades queda relegada a la tercera posición.

La biotecnología es una categoría amplia que agrupa distintas disciplinas como clonación, ingeniería genética, etc. La clonación, y más concretamente, el caso de la oveja Dolly, es el

³ AL = Alambique; ECC = Enseñanza de Las Ciencias; EU = Eureka; REES = Revista Electrónica Enseñanza de las Ciencias; PUS = Public Understanding of Science; IJSE = International Journal of Science Education; SE= Science Education; JRST= Journal Of Research In Science Teaching; RISE = Research in Science Education; O = Otros

⁴ El número total de artículos por revista no coincide con la suma porque las categorías no son excluyentes sino que hay artículos que versan sobre varias controversias, por ejemplo Albe (2006) aparece citado en “enfermedad de las vacas locas”, “clonación”, “usos y efectos del teléfono móvil”, “modificación genética de organismos”, “residuos nucleares”, “opciones energéticas”, “calentamiento global” y “nanotecnología” porque analiza todas esas controversias.

tópico más tratado en los artículos de investigación didáctica (Dimopoulos y Koulaidis, 2002; Neresini, 2000; Fernández-Muerza, 2004; Jarman y McClune, 2007).

También relacionados con la biotecnología podemos encontrar en la literatura didáctica como la manipulación de embriones, la manipulación de ADN y la información genética (Federico y Jiménez-Aleixandre, 2006) quienes plantean su tratamiento en la asignatura de bachillerato “Ciencias para el Mundo Contemporáneo”. Sadler y Zeidler (2009) investigan dos unidades concretas de los cuestionarios del PISA: los cultivos genéticamente modificados y la lluvia ácida.

Las controversias medioambientales se han convertido en el segundo tema más habitual entre las propuestas llevadas al aula. Un ejemplo de ello es la controversia suscitada en los medios de comunicación con la reintroducción de osos en los Pirineos (Domenech y Márquez, 2010). La reintroducción de animales, tanto de osos en el Pirineo francés como de lobos en el Mercantour también es tratada por Simonneaux & Simonneaux (2009) y Sadler (2009).

Otros temas medioambientales actuales y controvertidos también aparecen en las propuestas didácticas como el calentamiento global, los residuos nucleares, las opciones energéticas, las antenas de telefonía móvil. Albe (2006) propone utilizar un juego de rol como recurso didáctico para estudiar la posible peligrosidad de los teléfonos móviles en alumnos de bachillerato. Vilchez (2005) también analiza la presencia en prensa de temas actuales controvertidos como la contaminación, pérdida de biodiversidad, deforestación-desertización, efecto invernadero-cambio climático, lluvia ácida, etc. Klosterman y Sadler (2010) investigan el impacto de un tema sociocientífico como el cambio climático y la controversia que lleva asociada, poniendo en práctica una unidad con su correspondiente evaluación multinivel de los contenidos científicos adquiridos. Relacionado con la contaminación, Marco-Stiefel e Ibañez (2006) aprovecha efemérides recientes para que los alumnos *aprendan ciencia* a través de las consecuencias del accidente químico de Bhopal y del accidente nuclear de Chernobyl, de especial trascendencia tras la actualidad del accidente de Fukushima.

Los agrocombustibles también han sido una controversia medioambiental objeto de aplicación didáctica (Escudero, Cid y Escudero, 2009).

Para terminar con la problemática ambiental, hemos de citar a Calero, Gil y Vilches (2006) que ponen el acento en el tratamiento que da la prensa a las Cumbres de la Tierra de Río de Janeiro en 1992 y Johannesburgo en 2002, aceptando que estos dos hechos ponen de manifiesto la situación de emergencia planetaria en la que nos hallamos. De su investigación se desprende que la prensa por sí sola no ejerce un papel educativo adecuado de la ciudadanía puesto que no presenta una visión global de la situación de emergencia planetaria que vivimos pero, sí que constituye un material útil para que los educadores generen *actitudes* y *comportamientos* para un futuro sostenible. Esta afirmación de la visión sesgada se refuerza en el artículo de Vilches y Gil (2007) e inciden en la necesidad de mostrar el carácter global del conjunto de problemas que conforman la situación de emergencia planetaria. En esta misma línea se sitúan España y Prieto (2009) trabajando en el aula problemas socio-científicos relacionados con la educación hacia la sostenibilidad.

Como hemos indicado al comienzo de este apartado, las controversias sobre salud y la transmisión de enfermedades se colocan en la tercera posición de frecuencias más utilizadas en la literatura didáctica (13,6%) y, dentro de ella aparecen distintos objetos de estudio como el SIDA (Cantero y García, 2005) y los medicamentos (Martín-Díaz, 2006).

Especial relevancia adquiere el caso presentado por Brossard (2009) sobre la controversia que generó la investigación del científico francés Jacques Benveniste conocida como “water with memory”. En junio de 1988 la revista científica *Nature* publicó un artículo de Benveniste

y su equipo en el cual se le atribuía credibilidad científica a la homeopatía y suponía un cambio en las bases de la bioquímica. El caso es particular porque el científico francés investigó la respuesta de basófilos humanos polimorfonucleares (un tipo de glóbulos blancos con anticuerpo de inmunoglobulina E sobre su superficie) variando las concentraciones de la inmunoglobulina E en agua destilada. Benveniste llegó a concentraciones tan altamente diluidas que no quedaba sustancia activa y aún así seguían siendo activas.

Fue en Marzo de 1985 cuando Benveniste y sus colegas obtuvieron el primer informe sobre resultados en alta dilución y, en vez de acogerse a las normas tradicionales de comunicación en ciencias (que una revista científica aceptara primero su comunicación), se anticipó anunciando sus resultados en el periódico *Le Monde*. La publicación en *Le Monde* y la trascendencia mediática de su presentación en el National Conference of Homeopathy in Strasbourg (Francia) en 1988 provocaron una violenta reacción en la comunidad científica francesa aceleraron un poco el proceso de publicación en *Nature*. Este caso resulta, por tanto, muy útil a la hora de trabajar las imágenes distorsionadas de la ciencia o las relaciones ciencia-prensa-sociedad.

A modo de resumen de este apartado, es necesario indicar que, como cabía esperar, cuanto mayor es la frecuencia de una controversia socio-científica en los medios de comunicación mayor es su posible utilidad como propuesta didáctica u objeto de análisis de la investigación didáctica. Sin embargo, la alta frecuencia manifestada por los temas genéticos parece venir provocada por la rápida conexión curricular que ésta tendría frente a otros temas más holísticos como los temas de salud y el medio ambiente. Por ello, se hace imprescindible analizar, a continuación, la utilidad como recurso didáctico que los investigadores del área de Didáctica de las Ciencias Experimentales le encuentran a las controversias señaladas.

Importancia de las controversias socio-científicas para el uso de las noticias en el ámbito escolar

En este apartado queremos destacar las principales propuestas de utilización de controversias en el aula como recursos didácticos. Para ello, agruparemos las propuestas estudiadas:

En primer lugar, por las finalidades que pretenden desarrollar y entre las que destaca mayoritariamente la *alfabetización científica del alumnado y la formación y el fomento de la cultura científica* como futuros ciudadanos y ciudadanas (Pedrós, Martínez y Varo 2007; Millar y Hunt 2006; Marco-Stiefel 2003; Marco-Stiefele Ibañez, 2006; Gutierrez-Julián, Gómez-Crespo y Martín-Díaz 2009; Albe 2006; Marbá 2010). En la revisión bibliográfica realizada también hemos encontrado artículos cuyo principal objetivo es analizar el razonamiento socio-científico, el pensamiento crítico y la argumentación científica del alumnado (Domenech y Márquez 2010; Simonneaux & Simonneaux 2009; o Federico y Jiménez-Aleixandre 2006), entre otros. Por último, algunos trabajos se centran en enseñar al alumnado acerca de las relaciones ciencia y sociedad, mostrando la importancia del tema científico tratado en la prensa y la relación que este tiene con la vida cotidiana (Jarman y McClune, 2007), planteando además algunas consideraciones que se deben tener en cuenta a la hora de realizar actividades en el aula:

- En primer lugar, que los artículos utilizados no suelen servir para que los alumnos tomen una decisión con respecto al tema que se trata, sino más bien son informados. Destacan que no es igual la *opinión informada* que la *decisión informada* (Ratcliffe y Grace, 2003 citado por Jarman y McClune, 2007).
- En segundo lugar, señalan la *compleja relación* que existe entre el conocimiento científico y la decisión en contextos del mundo real. Son muchas las variables que

afectan a los problemas socio-científicos y por lo tanto, pueden ser muchas las soluciones ante un determinado problema, cada una con sus ventajas e inconvenientes.

- Por último, destacan la necesidad de que los jóvenes desarrollen las *destrezas necesarias* para analizar los problemas socio-científicos utilizando sus conocimientos sobre ciencia y tecnología dentro de un contexto ético.

También recomiendan que, si es la primera vez que el profesor o los estudiantes se enfrentan a este tipo de actividades, se debe empezar con cuestiones más sencillas, identificar con claridad los resultados de aprendizaje que deseamos obtener; utilizar estrategias de enseñanza que implique a los estudiantes en el diálogo y en el debate, por último, señalar las dificultades que presenta para un profesor de ciencias tratar cuestiones socio-científicas y en especial, sus dimensiones éticas.

En la tabla 4 resumimos las actividades o la secuencia que proponen diferentes autores para utilizar las controversias socio-científicas en el aula de ciencias para lograr los objetivos anteriormente señalados.

De las 17 actividades descritas, casi la mitad (8) se caracterizan por plantear un debate en clase tras la lectura de los artículos o textos adaptados. Tres plantean la realización de juegos de rol y otros tres proponen la búsqueda de información adicional. Sólo en un caso se utilizan las noticias televisivas como propuesta para la actividad didáctica e igual sucede con las miniQuest y las webQuest y con la realización del juego de simulación.

Como era de esperar casi todas las propuestas están planteadas para el aula de Secundaria (12-18 años) exceptuando algún caso que se desarrolla en aulas universitarias. Esto parece lógico si atendemos a la exigencia que plantea tanto la lectura crítica de los textos como las tareas posteriores de comparación, contraste de ideas, debate que requieren un enfoque dialógico y el consiguiente control de las variables implicadas en el debate.

Aunque, como hemos comentado, la mayoría de las propuestas educativas estudiadas para tratar en clase cuestiones socio-científicas presentan elementos comunes (lecturas y debates posteriores), de la tabla 4 podemos extraer cierta diversidad de actividades para su aplicación en el aula de Secundaria.

Controversia (Autores)	Actividades propuestas y/o secuencia de actividades	Estudiantes de...
Contaminación del aire y el problema de los vecinos que queman carbón ordinario en una zona sin humos Jarman y McClune (2007)	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión de los componentes del aire y cuáles pueden ser dañinos para la salud • Lectura del artículo del Belfast Telegraph • Búsqueda en otras fuentes de las dos formas principales de reducir la contaminación que citaban en el artículo del Belfast Telegraph • Juego de rol: vecinos que queman carbón ordinario en una zona sin humos. • Diálogo en grupo sobre las decisiones a tomar al respecto • Detección del nivel diario de la contaminación local del aire (medios de comunicación). • Elaboración de un gráfico con los resultados. 	13 años (Ulster)
Ingeniería genética: Cultivos genéticamente modificados Jarman y McClune	<ul style="list-style-type: none"> • introducción del tema de la modificación genética de los organismos • Lectura de un artículo relacionado del Daily Mail • Responder a una serie de preguntas para descubrir los diferentes puntos de vista • Análisis de una viñeta editorial individualmente y en grupo 	15 a 16 años (Ulster)

Tabla 4. Secuencias de actividades para trabajar las controversias en el aula.

(2007)	<ul style="list-style-type: none"> • Búsqueda, en distintas fuentes, para recopilar ventajas e inconvenientes de los cultivos genéticamente modificados • Puesta en común de las ventajas e inconvenientes encontrados • Diseño de una entrevista para indagar cambios de actuación en personas conocidas que hayan escuchado o leído información sobre este tema. • Exposición de los resultados de las entrevistas • Conclusiones sobre el papel de los medios en la comprensión de la ciencia 	
Enriquecimiento de alimentos con ácido fólico Jarman y McClune (2007)	<ul style="list-style-type: none"> • Utilización de "cartas al director" para extraer argumentos a favor y en contra sobre este tema • Breve repaso sobre ácido fólico, vitaminas y su déficit • Lectura de una carta publicada en el "BelstaffTelegraph" con argumentos en contra de la fortificación de la harina con ácido fólico. Redacción de los argumentos en contra citados en el artículo • Lectura de una carta publicada en el "BelstaffTelegraph" con argumentos a favor de la fortificación de la harina con ácido fólico. Redacción de los argumentos a favor citados en el artículo. • Realización de diálogo con toda la clase, distinguiendo argumentos basados en <i>principios</i> y en <i>consecuencias</i> • Trabajo en pequeños grupos acerca de las consecuencias de la fortificación. Realización de un diagrama con colores de las consecuencias y exposición del mismo. Preguntas acerca de sus propias posturas. • Diálogo final acerca de la obligatoriedad o no de la fortificación de la harina con ácido fólico. 	15 a 16 años (Ulster)
Accidentes químicos: Accidente nuclear de Chernobyl Marco-Stiefel (2006)	<ul style="list-style-type: none"> • Transformar fuentes primarias en fuentes divulgativas. Recursos en red (web de la BBC "Chernobyl 20 years") convertidos en material para clase: lecturas, videos, esquemas, mapas y testimonios. • Lectura de artículo de "TheGuardian" • Trabajo en el aula con los contenidos <i>clásicos</i>, por ej. Fundamentos de Energía Nuclear 	Secundaria
Comparación de artículos (sobre el tema de la ingestión de mercurio) Oliveras y Sanmartí (2010)	<p>Trabajaron con dos artículos: Contaminación mortal y ¿Cuánto mercurio ingerimos a diario?, estructurado en 3 sesiones:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Actividades previas a la lectura del artículo, donde se estudia el título, autor y la intencionalidad y organización del artículo. 2. Actividades relacionadas con la lectura de los artículos de fuentes diferentes tanto de forma individual para comparar información con la posterior lectura cooperativa y puesta en común. 3. Actividades después de la lectura, planteando preguntas para que el alumnado discuta la fiabilidad de la información, búsqueda en Internet de información complementaria y posterior puesta en común. 4. Por último, relación con el texto los conocimientos previos que ya tienen de ciencias y acercar los conocimientos de ciencias a la vida real y redacción de un texto en grupo comparando los dos artículos y posterior evaluación del alumnado. 	Educación Secundaria Obligatoria
Reintroducción de oso en los pirineos Domenech y Márquez (2010)	<ul style="list-style-type: none"> • Lectura de dos noticias relacionadas con el tópico, cada una de ellas con una visión diferente. • Posicionamiento de los alumnos y argumentación de la misma así como justificación de la variedad de opiniones • Redacción de un texto argumentativo que después debatirán en grupos hasta llegar a un acuerdo para finalizar con una autoevaluación. 	2º de ESO de Barcelona
Reintroducción de osos en los pirineos franceses y de lobos en el Mercanteur.	<ul style="list-style-type: none"> • Lectura crítica de textos, argumentación y debate en grupos. • Lectura crítica de textos (extractos de artículos de la revista "Terre Savage", del periódico "Sud-Ouest" y de la página web www.pyrenees-pireneus.com) que representan distintos puntos de vista • Justificación escrita de un posible cambio de opinión después de leer 	Universitarios de 3º curso en Francia

Tabla 4. (Continuación).

Calentamiento global. Simonneaux & Simonneaux (2009)	<ul style="list-style-type: none"> los textos • Debate en grupo • Justificación escrita de un posible cambio de opinión después del debate 	
Controversias relacionadas con ciencia y tecnología, salud y medio ambiente Gutiérrez-Julián, Gómez-Crespo y Martín-Díaz (2009)	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de unidades didácticas a partir de las noticias científicas que aparecen en televisión • Visualización de noticias en televisión y posterior análisis de la información 	últimos cursos de ESO (ciencias de la naturaleza) y bachillerato (Ciencias para el mundo contemporáneo)
Biocombustibles Escudero, Cid y Escudero (2009)	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de miniQuest • Análisis crítico de prensa (Revista Consumer y Diario El País) y campaña publicitaria (http://www.abengoabioenergy.com/) 	1º de Bachillerato (Ciencias para el mundo contemporáneo)
Efectos de los teléfonos móviles sobre la salud Albe (2006)	<ul style="list-style-type: none"> • Introducción al tema mediante la lectura de titulares de periódicos y artículos de actualidad • Discusión de los datos científicos aportados • Opinión por escrito de cada estudiante de la utilización de teléfonos móviles e implicaciones sobre la salud • Se le muestra a la clase el funcionamiento de un teléfono móvil • Realización de un juego de rol en el alumnado (<i>ejercer el rol de testigos expertos en el caso de un proceso en el que un empleado demanda a un empresario por su mal estado de salud debido al cual ha tenido que abandonar su trabajo y que estima que ha sido provocado por el uso del teléfono móvil y el rol de abogados de la parte civil y representantes del empresario</i>). Debate con una confrontación argumental entre los dos grupos. • Vuelven a dar su opinión por escrito sobre la peligrosidad en el uso de teléfonos móviles 	16-17 años en Francia
Seres transgénicos Marco-Stiefel, Ibañez y Alberio (2000)	<ul style="list-style-type: none"> • Introducción recordatoria de la estructura helicoidal de DNA y la complementariedad de bases e información al alumnado sobre los seres vivos transgénicos y su utilidad • Realización de un juego de simulación sobre las técnicas empleadas en la creación de un ratón transgénico con un gen humano: se trabajará siguiendo un esquema con un cromosoma y con un vector de papel, tijeras que simularán las enzimas de restricción y con pegamento que hará el papel de las ligasas 	Secundaria
Seres transgénicos (alimentos transgénicos) Marco-Stiefel, Ibañez y Alberio (2000)	<ul style="list-style-type: none"> • Lectura de un texto y posterior resolución de una serie de cuestiones. El texto ha sido realizado a partir de una selección de noticias sobre alimentos transgénicos en diversos periódicos (ABC, El País, El Mundo, ...). Búsqueda de términos desconocidos en el texto y comprensión de la importancia del tema en la vida diaria. • Discusión en pequeños grupos de las cuestiones que vayan surgiendo • Elaboración a partir de las conclusiones de cada grupo de un protocolo sobre los derechos de los consumidores respecto a estos alimentos tan novedosos. 	Secundaria
Seres transgénicos (patentes de genes) Marco-Stiefel, Ibañez y Alberio (2000)	<ul style="list-style-type: none"> • Lectura de un texto adaptado de la revista Nature y publicado por El País (1996) acerca de los propietarios del genoma humano conocido. • Breve introducción sobre las patentes y qué puede ser patentado • Interpretación de los datos recogidos en una tabla que refleja número y distribución de patentes de genes humanos hasta 1996 • Reflexión en pequeños grupos sobre la implicación social que tiene la patente de los genes humanos y puesta en común con toda la clase. 	Secundaria
Seres transgénicos (xenotransplantes)	<ul style="list-style-type: none"> • Lectura de un texto sobre el tema elaborado con artículos de prensa (El País y El País Semanal) y publicación editada por Sandoz y 	Secundaria

Tabla 4. (Continuación).

Calentamiento global y su controversia. Klosterman y Sadler (2010)	<p>Unidad de 3 semanas estructurada en 7 ejercicios de aprendizaje:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reflexión del alumnado acerca calentamiento global después de una discusión sobre el tema. • Se introduce a los estudiantes la perspectiva de 5 empresas ficticias con distintos intereses acerca del tema. • Explorar conocimientos básicos del calentamiento global a través de ejercicios de laboratorio con su posterior análisis y discusión de datos y contenidos científicos (3 sesiones). • El alumnado considerará datos del clima aportados por la Administración y trabajará en parejas para la elaboración de una política para el cambio climático integrando datos y perspectivas de recursos web. • Por último, utilización de webQuest para guiar los estudiantes en las distintas páginas web. 	Alumnado matriculado en la asignatura Ciencias del Medio Ambiente y Química de 11º y 12º grado de zona rural del Sudeste de los EEUU
--	---	--

Tabla 4. (Continuación).

A modo de conclusión...

Como hemos visto, la mayoría de conflictos socio-científicos que nos rodean surgen de las nuevas fronteras científicas que se van incorporando a la actualidad (uso de células madre, nanotecnología...) y para poder enfrentarnos a ellos necesitamos estar alfabetizados científicamente.

Sin embargo, los resultados de las investigaciones sobre el tratamiento de estos conflictos socio-científicos en la prensa reflejan una visión mayoritariamente consensuada de la ciencia y relaciones entre científicos. En todos los casos estudiados se tiende a dar una imagen neutral de la ciencia la cual es favorecida no sólo por medios de divulgación e investigadores sino también por políticos, investigadores y demás actores que intervienen en este proceso (Dimopoulos y Koulaidis, 2002).

Debido a este consenso en las noticias científicas, a los profesores interesados en trabajar las controversias en el aula nos va a ser muy complicado encontrar y utilizar noticias controvertidas con diferentes posicionamientos y puntos de vista distintos con las que desarrollar diferentes temáticas.

En cuanto a las temáticas que aparecen en la prensa, son mayoritarias las relacionadas con temas de salud (SIDA, transmisión de enfermedades, clonación, etc.) seguidas por las relacionadas con la problemática ambiental (con muchas posibilidades de utilización en la asignatura Ciencias para el Mundo Contemporáneo). Sin embargo, es necesario indicar que la frecuencia de una controversia socio-científica en los medios de comunicación no tiene por qué estar relacionada con una mayor utilidad como propuesta didáctica u objeto de análisis de la investigación didáctica. Ejemplo de esto es la gran presencia de temas genéticos en las propuestas didácticas encontradas en la bibliografía que parece provocada por la rápida conexión curricular que ésta tendría frente a otros temas más holísticos como los temas de salud y el medio ambiente.

Aunque la mayoría de las propuestas están diseñadas exclusivamente para alumnado de Secundaria, el profesorado de este nivel puede encontrar una amplia variedad de noticias y actividades (uso de protocolos como el CRITIC, juegos de rol, miniQuest o la comparación de artículos con diferentes enfoques) para el aula con la que introducir los temas científicos actuales y plantear sus controversias a su alumnado.

REFERENCIAS

- Albe, V. (2006). Tratar controversias científicas contemporáneas en clase. *Alambique*, 49, 95-104.
- Brossard, D. (2009). Media, scientific journals and science communications: examining the construction of scientific controversies. *Public Understanding of Science*, 18, 258-274.
- Calero, M., Gil, D. & Vilches, A. (2006). La atención de la prensa a la situación de emergencia planetaria. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 20, 69-88.
- Cantero, B. & García, P. (2005). ¿Qué dice la prensa sobre el sida? Sociedad y contenidos científicos. Trabajo presentado en VII congreso de *Enseñanza de las ciencias*. Granada
- Campanario, J.M. (2005). *Analfabetismo científico: El caso del incendio del edificio Windsor en Madrid y las leyes de la física*. Recuperado el 08/02/11 de <http://www2.uah.es/jmc/windsor.htm#inicio>
- Dimopoulos, K. & Koulaidis, V. (2002). The socio-epistemic constitutions of science and technology in the Greek press: an analysis of its presentations. *Public Understanding of Science*, 15, 5-29.
- Domenech, A.M. & Márquez, C. (2010). ¿Qué tipo de argumentos utilizan los alumnos cuando toman decisiones ante un problema sociocientífico en XXIV Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales del 21 al 23 de Julio de 2010 en Baeza (Jaén)
- Escudero, M., Cid, M. & Escudero, R. (2009). La controversia de los agrocombustibles, una propuesta didáctica para las ciencias del mundo contemporáneo. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6, 131-139. En línea en: <http://reuredc.uca.es>
- España, E. & Prieto, T. (2009). Educar para la sostenibilidad: el contexto de los problemas socio-científicos. *Eureka*, 6, 345-354.
- Federico, M. & Jiménez-Aleixandre, M.P. (2006). ¿Clonación terapéutica? Decisiones sobre dilemas éticos en el aula. *Alambique*, 49, 43-50.
- Fernández-Muerza, A. (2004). *Estudio del periodismo de información científica en la prensa de referencia: el caso español a partir de un análisis comparativo*. Tesis doctoral, Universidad del País Vasco. Disponible en <http://e-ciencia.com/afm/tesis-alex.pdf>
- Gutiérrez-Julián, M., Gómez-Crespo, M. y Martín-Díaz, M. (2009). La información científica en la televisión. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didácticas de las Ciencias, 1440-1443.
- Jarman, R. & McClune, B. (2007). *Developing Scientific Literacy. Using News Media in the Classroom*. New York: McGraw-Hill.
- Jiménez-Aleixandre, M.P. (2010). *10 ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona: Graó
- Jiménez-Liso, M.R.; Hernández-Villalobos, L. y Lapetina, J. (2010). Dificultades y propuestas para utilizar las noticias científicas de la prensa en el aula de ciencias. *Rev. Eureka Enseñ. Divul. Cien.*, 7(1), pp. 107-126. Último acceso 19/02/2010 desde www.apac-eureka.org/revista/Volumen7/Numero_7_1/Jimenez_Liso_et_al_2010.pdf
- Klosterman, M.L. & Sadler, T.D. (2010). Multi-level Assessment of Scientific Content Knowledge Gains Associated with Socioscientific Issues-based Instruction. *International Journal of Science Education*, 32 (8), 1017-1043.

- Lapetina, J. (2005). *La divulgación científica a través de la prensa escrita de Almería (1992 – 2004)*. Memoria no publicada para la obtención del DEA. Universidad de Granada.
- Marbá, A. (2010). Aprender ciencias leyendo noticias: un reto para la escuela del siglo XXI. Trabajo presentado en XXIV Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales del 21 al 23 de Julio de 2010 en Baeza (Jaén).
- Marco-Stiefel, B., Ibañez, T. & Albero, A. (2000). *Diseño de actividades para la alfabetización científica. Aplicaciones a la Educación Secundaria*. Madrid: Narcea
- Marco-Stiefel, B. (2003). La ciencia y la tecnología escolar en el marco de las nuevas alfabetizaciones. *Alambique*, 38, 21-32.
- Marco-Stiefel, B., Ibañez, T. (coord.) (2006). Las fronteras de la ciencia. Educación científica para la ciudadanía. Materiales didácticos. Madrid: Narcea.
- Martín-Díaz, M.J. (2006). Los fármacos, imprescindibles para la salud e indicadores de las diferencias Norte-Sur. *Alambique*, 49, 81-92.
- Martínez-Losada, C. (2010). Contextos formales y no formales de aprendizaje científico en XXIV Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales del 21 al 23 de Julio de 2010 en Baeza (Jaén).
- Millar, R. y Hunt, A. (2006). La ciencia divulgativa: una forma diferente de enseñar y aprender ciencia. *Alambique*, 49, 20-29.
- Neresini, F. (2000). And man descended from the sheep: the public debate on cloning in the Italian press. *Public Understanding of Science*, 9, 359-382
- Oliveras, B. & Sanmartí, N. (2010). Análisis e interpretación utilizando información del texto y los conocimientos previos. Comparar dos textos que tratan del mismo tema con registro diferente. En http://docentes.leer.es/files/2010/04/eso_cn_fq_comparar_articulos_prof_begonaoliveras_neussanmarti.pdf [última visualización 05/04/2011]
- Pedrós, G. & Martínez, M.P. (2000). La ausencia de debate en las publicaciones periódicas de divulgación científica españolas. *Comunicar la Ciencia en el siglo XXI*, 2, 670-673. Granada: Parque de las Ciencias.
- Pedrós, G. Martínez, M.P. & Varo, M. (2007). La sección cartas al editor: Un planteamiento científico y social en didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(2), 195-204.
- Sadler, T. D. (2009). Socioscientific issues in science education: labels, reasoning, and transfer. *Cultural Studies in Science Education*, 4, 697-703.
- Sadler, T. D. & Zeidler, D. L. (2009). Scientific Literacy, PISA, and Socioscientific Discourse: Assessment for Progressive Aims of Science Education. *Journal of Research in Science Teaching*, 46 (8), 909-921.
- Serrano, S. (2005). *El País*. Recuperado el 08/02/11 de <http://www2.uah.es/jmc/elpaiswindsor.pdf>
- Simonneaux, L. & Simonneaux, J. (2009). Students' socio-scientific reasoning on controversies from the viewpoint of Education for Sustainable Development. *Cultural Studies in Science Education*, 4, 657-687
- Vilches, A. & Gil, D. (2007). Emergencia planetaria: necesidad de un planteamiento global. *Educatio Siglo XXI*, 25, 19-40.

- Vílchez, J.E. (2005). Valoración del impacto mediático de una serie de problemas medioambientales. Trabajo presentado en VII congreso de *Enseñanza de las ciencias*. Granada
- Vílchez, J.E. (2009). La problemática ambiental en los medios. Propuesta de un protocolo de análisis para su uso como recurso didáctico. *Enseñanza de las ciencias*, 27(3), 421-432